

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-44416

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 11/22	3 4 0 A			
9/06	5 4 0 U	9367-5B		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-191141

(22) 出願日 平成5年(1993)8月2日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233169

株式会社日立マイコンシステム

東京都小平市上水本町5丁目22番1号

(72) 発明者 武田 秀貴

東京都小平市上水本町5丁目22番1号 株

式会社日立マイコンシステム内

(72) 発明者 村田 浩之

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株

式会社日立製作所半導体事業部内

(74) 代理人 弁理士 筒井 大和

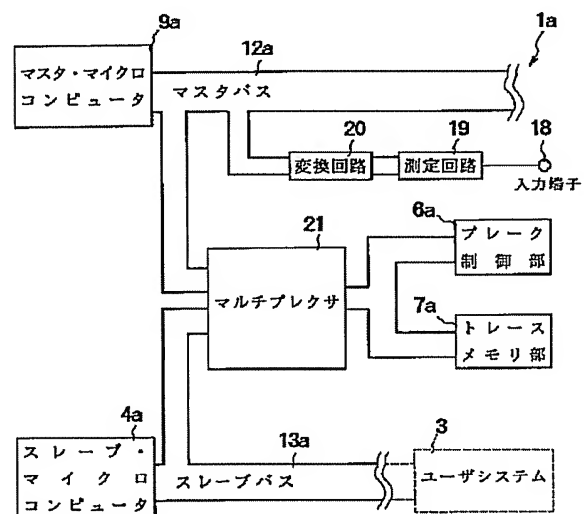
(54) 【発明の名称】 電流値測定機能付きエミュレータ

(57) 【要約】

【目的】 信号線での電流値をデバイスなどの端子の部分で実際に測定し、論理的なハードウェアの設計不良以外のアナログ的な不良解析に効果を上げることができる電流値測定機能付きエミュレータを提供する。

【構成】 ユーザシステムの開発におけるデバッグや詳細な評価を行うためのエミュレータ1aであって、従来のターゲット・マイクロコンピュータの機能を代行するスレーブ・マイクロコンピュータ4a、プログラムの実行やトレースを停止させるブレーク制御部6a、各種データやステータス信号などを実時間でサンプリングして格納するトレースメモリ部7a、それらの制御を司るためのマスタ・マイクロコンピュータ9aなどの構成に、入力端子18に取り込まれる信号の電流値を測定する測定回路19、この測定値をデジタルデータに変換する変換回路20、選択出力するマルチプレクサ21が追加された構成となっている。

図 1



1a:エミュレータ

6a:ブレーク制御部 (比較手段 保持手段)

7a:トレースメモリ部 (記憶手段)

**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 マイクロコンピュータ応用機器の開発におけるデバッグや詳細な評価を行うためのエミュレータであって、前記エミュレータの入出力端子に取り込まれる信号の電流値を測定する測定回路と、該測定回路による測定値をデジタルデータに変換する変換回路とを備えることを特徴とする電流値測定機能付きエミュレータ。

【請求項 2】 前記変換回路のデジタルデータを記録する記憶手段を設けることを特徴とする請求項 1 記載の電流値測定機能付きエミュレータ。

【請求項 3】 前記測定回路の測定値を任意の測定値と比較する比較手段と、該比較手段から出力される比較結果を保持する保持手段とを有することを特徴とする請求項 1 記載の電流値測定機能付きエミュレータ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、エミュレータに関し、特にシステムデバッグ技術において、論理的なハードウェアの設計不良以外のアナログ的な不良解析に良好な電流値測定機能付きエミュレータに適用して有効な技術に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 一般的に、マイクロコンピュータ応用機器（以下、ユーザシステムとする）の開発において、そのユーザシステムのデバッグや詳細な評価を行うために、マイクロコンピュータ開発支援装置としてのエミュレータが利用され、たとえば図 3 に示すように、エミュレータ 1 が、ソフトウェア開発用のホストコンピュータ 2 などのシステム開発装置と、開発中のユーザシステム 3 との間に接続され、そのユーザシステム 3 に含まれるターゲット・マイクロコンピュータの機能を代行する一方でデバッグとしての機能を持ち、詳細なシステムデバッグを支援するものである。

【0003】 従来のエミュレータ 1 は、たとえば昭和 60 年 10 月 1 日、日立マイクロコンピュータエンジニアリング株式会社発行、「日立マイコン技報」第 2 巻、第 2 号、P 21～P 22 などに記載され、図 4 に示すようにターゲット・マイクロコンピュータの機能を代行するエミュレータ用のスレーブ・マイクロコンピュータ 4、エミュレータや各種デバッグ機能を実現するためのエミュレーション制御部 5、プログラムの実行やトレースを停止させるブレーク制御部 6、トレースメモリ部 7、ユーザシステム 3 のメモリが用意されていない場合に貸し出される代行メモリ部 8、それらの制御を司るためのマスタ・マイクロコンピュータ 9、外部接続用のシリアルインタフェース 10、インタフェース 11 などが内蔵され、マスタバス 12 およびスレーブバス 13 を通じて接続されている。

【0004】 このエミュレータ 1 は、シリアル回線バス

ライン 14 を通じてホストコンピュータ 2 に接続される一方、その本体から延長されるユーザケーブル 15 の先端のプラグがユーザシステム 3 に設けられたターゲット・マイクロコンピュータ（MCU）用ソケット 16 に結合されることにより、スレーブ・マイクロコンピュータ 4 がターゲット・マイクロコンピュータの機能を代行するようなエミュレーション機能を備えている。

【0005】 さらに、エミュレーション実行中に各種データやステータス信号およびプローブ 17 を接続することにより収集する信号などを実時間でサンプリングし、それをトレースメモリ部 7 などに格納する実時間トレース機能や、エミュレーション用マイクロコンピュータによるユーザシステム 3 の制御動作を停止させるブレーク機能などの各種デバッグ機能が備えられている。

【0006】 しかし、これらは全てソフト的なデバッグ機能だけであり、入出力端子のファンイン・ファンアウトなどの電流量の測定はオシロスコープなどを利用するしかなく、ほとんどの場合が信号線上にある各デバイスのファンイン・ファンアウト値をデバイスデータシートから読み取り、これから算出している。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】 ところが、前記のような技術においては、デバイスデータシートからのファンイン・ファンアウト値の計算では実際に理想状態での最大値しか分からず、また信号線上にコイルやコンデンサがある場合や、基板パターン自体の負荷容量やインピーダンスは考慮されておらず、さらにコネクタ、ケーブルなどに対してもほとんど配慮されていないという問題がある。

【0008】 そこで、本発明の目的は、この信号線での電流値をデバイスなどの端子の部分で実際に測定することにより、論理的なハードウェアの設計不良以外のアナログ的な不良解析に効果を上げることができ電流値測定機能付きエミュレータを提供することにある。

【0009】 本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

**【0010】**

【課題を解決するための手段】 本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0011】 すなわち、本発明の電流値測定機能付きエミュレータは、ユーザシステムの開発におけるデバッグや詳細な評価を行うためのエミュレータであって、エミュレータの入出力端子に取り込まれる信号の電流値を測定する測定回路と、この測定回路による測定値をデジタルデータに変換する変換回路とを備えるものである。

【0012】 この場合に、前記変換回路のデジタルデータを記録する記憶手段を設けるようにしたものである。

【0013】また、前記測定回路の測定値を任意の測定値と比較する比較手段と、この比較手段から出力される比較結果を保持する保持手段とを有するようにしたものである。

【0014】

【作用】前記した電流値測定機能付きエミュレータによれば、測定回路および変換回路が備えられることにより、このエミュレータを使用してユーザシステムを開発する際に、エミュレータの電流値測定機能により以下のような作用を得ることができる。

【0015】(1). 論理上において誤りのない回路などで動作不良が生じたときなどに、その測定された信号の電流値から信号線のショートやバス上での出力衝突などの不良要因を容易に解析することができる。

【0016】(2). 逆に信号線の電流値の変化などからノイズやファンイン・ファンアウトオーバーなどの設計不良をチェックし、不良要因を予測することができる。

【0017】(3). デバイスの電源端子について使用した場合には、デバイスの消費電流を測定することができる。

【0018】(4). 信号の電流値がデジタルデータに変換されるため、トレースデータとすることができ、エミュレータの動作に合わせてサンプリング結果の比較が行えるために不良解析を容易に行うことができる。

【0019】(5). 信号の電流値からのブレイク条件を機能として付加することができる。

【0020】(6). 入出力端子に負荷抵抗をつけてその電流値を測定することにより、デバイスのドライブ能力を測定することができる。

【0021】(7). 本発明の手段を信号通信などに応用することにより、従来は波形の振幅や周波数などによって伝達していたものを、電流の変化量での情報伝達なども考えることができる。

【0022】以上のような働きは、エミュレータの入出力端子などの部分に電流値測定機能を用い、入出力端子から取り込んだ信号電流を、たとえば通常のトランジスタとオペアンプから組まれた $I/V$ （電流/電圧）コンバータなどの関数アンプ回路などで一旦電圧に変換し、その変換した電圧を、たとえば通常の $A/D$ （アナログ/デジタル）コンバータによってデジタルデータに変換することにより達成される。

【0023】そして、このデジタルデータをトレースデータの一つとして記憶手段に記録したり、また測定した信号電流値をある任意の値と比較手段で比較し、その結果を保持手段に保持してユーザプログラムの実行を停止させることができる。

【0024】これにより、エミュレータのエミュレーション機能およびトレース機能を向上させ、そのトレース結果から各端子の電流値を測定してファンイン・ファンアウトの実測値評価を行うことができ、特に論理的なハ

ードウェアの設計不良以外のアナログ的な不良解析に効果を上げることができる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0026】図1は本発明の一実施例である電流値測定機能付きエミュレータの要部構成を示すブロック図、図2は本実施例における電流値変換回路を示す回路図である。

【0027】まず、図1により本実施例の電流値測定機能付きエミュレータの要部構成を説明する。

【0028】本実施例の電流値測定機能付きエミュレータは、たとえばユーザシステムの開発におけるデバッグや詳細な評価を行うためのエミュレータ1aとされ、ターゲット・マイクロコンピュータの機能を代行するスレーブ・マイクロコンピュータ4aと、プログラムの実行やトレースを停止させるブレイク制御部（比較手段、保持手段）6aと、各種データやステータス信号などを実時間でサンプリングして格納するトレースメモリ部（記憶手段）7aと、それらの制御を司るためのマスタ・マイクロコンピュータ9aと、入力端子18に取り込まれる信号の電流値を測定する測定回路19と、この測定値をデジタルデータに変換する変換回路20と、選択出力するマルチプレクサ21などが内蔵され、マスタバス12aおよびスレーブバス13aを通じて接続されている。

【0029】すなわち、本実施例においては、従来の図4に示すようなエミュレータ1の構成に、測定回路19、変換回路20およびマルチプレクサ21が追加され、エミュレーション機能、実時間トレース機能、ブレイク機能などの各種デバッグ機能の他に、各入出力端子の電流値を測定して実測値評価を行ったり、ブレイク制御部6a内の比較および保持手段によって測定した電流値と任意の値を比較して保持するために、電流値測定機能が付加された構成となっている。

【0030】変換回路20は、図2に示すように、たとえば通常のオペアンプ22、23と通常のトランジスタ24、25が接続され、入力端子18からの信号の電流を電圧に変換する電流/電圧変換関数アンプ26と、通常のカウンタ27、オペアンプ28および $D/A$ コンバータ29が接続され、電流/電圧変換関数アンプ26からの電圧をデジタルデータに変換する $A/D$ コンバータ30とから構成され、 $A/D$ コンバータ30がマスタバス12aに接続されている。

【0031】次に、本実施例の作用について説明する。

【0032】まず、入力端子18から取り込んだ信号の電流値を測定回路19によって測定し、その測定された電流値を変換回路20の電流/電圧変換関数アンプ26によって一旦電圧に変換する。

【0033】さらに、この電圧を $A/D$ コンバータ30

によってデジタルデータに変換する。この場合に、デジタル化の分解能はカウンタ 27 のビット数と D/A コンバータ 29 の性能によって決定される。

【0034】そして、デジタルデータをマルチプレクサ 21 を介してトレースメモリ部 7a に記録する。これにより、トレースメモリ部 7a に入力端子 18 の電流変化値をデジタルデータとして取り込むことができ、これをブレイク条件にすることができる。

【0035】すなわち、ブレイク制御部 6a において、入力端子 18 の電流変化値を測定した信号の電流値をある任意の値と比較し、その結果を保持してユーザプログラムの実行を停止させることができる。

【0036】これにより、信号の電流値がデジタルデータに変換されるため、トレースデータとすることができるので、エミュレータ 1a の動作に合わせてサンプリング結果の比較が行えるために不良解析を容易に行うことができる。

【0037】特に、論理上において誤りのない回路などで動作不良が生じたときなどに、その測定された信号の電流値から信号線のショートやバス上での出力衝突などの不良要因を容易に解析することができる。

【0038】従って、本実施例のエミュレータ 1a によれば、従来のエミュレータ 1 の構成に、測定回路 19、変換回路 20 およびマルチプレクサ 21 が追加され、電流値測定機能が付加されることにより、エミュレータ 1a のエミュレーション機能およびトレース機能を向上させ、そのトレース結果から各端子の電流値を測定して実測値評価を行うことができる。

【0039】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0040】たとえば、本実施例のエミュレータ 1a については、電流値を測定した実測値評価による不良解析を行う場合について説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、以下のような使用方法などについても広く適用可能である。

【0041】(1). 信号線の電流値の変化を測定し、ノイズやファンイン・ファンアウトオーバーなどの設計不良をチェックして不良要因を予測することができる。

【0042】(2). デバイスの電源端子について使用し、デバイスの消費電流を測定することができる。

【0043】(3). 入出力端子に負荷抵抗をつけてその電流値を測定し、デバイスのドライブ能力を知ることができる。

【0044】(4). 信号通信などに応用し、従来は波形の振幅や周波数などによって伝達していたものを電流の変化量での情報伝達なども行うことができる。

【0045】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代

表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0046】(1). エミュレータの入出力端子に取り込まれる信号の電流値を測定する測定回路と、この測定回路による測定値をデジタルデータに変換する変換回路とを備え、さらに変換回路のデジタルデータを記録する記憶手段、測定回路の測定値を任意の測定値と比較する比較手段、比較手段から出力される比較結果を保持する保持手段を有することにより、デジタルデータをトレースデータとすることができるので、エミュレータの動作に合わせてサンプリング結果の比較が行えるために不良解析を容易に行うことができる。

【0047】(2). 前記(1)により、論理上において誤りのない回路などで動作不良が生じたときなどに、信号の実測電流値から不良要因を容易に解析することができる。

【0048】(3). 前記(1)により、信号の実測電流値からのブレイク条件を機能として付加することができるので、不良解析のためにユーザプログラムの実行を停止させることができる。

【0049】(4). 前記(1)により、実測された信号の電流値の変化などから設計不良をチェックして不良要因を予測することができ、またデバイスの消費電流、デバイスのドライブ能力を測定することもできる。

【0050】(5). 前記(1)～(4)により、エミュレータのエミュレーション機能およびトレース機能を向上させ、そのトレース結果から各端子の電流値を測定してファンイン・ファンアウトの実測値評価を行うことができ、特に論理的なハードウェアの設計不良以外のアナログ的な不良解析の向上が可能とされるエミュレータを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例である電流値測定機能付きエミュレータの要部構成を示すブロック図である。

【図 2】本実施例における電流値変換回路を示す回路図である。

【図 3】従来技術の一例であるエミュレータが適用されるシステム開発支援装置の構成を示すブロック図である。

【図 4】従来技術の一例であるエミュレータの構成を示すブロック図である。

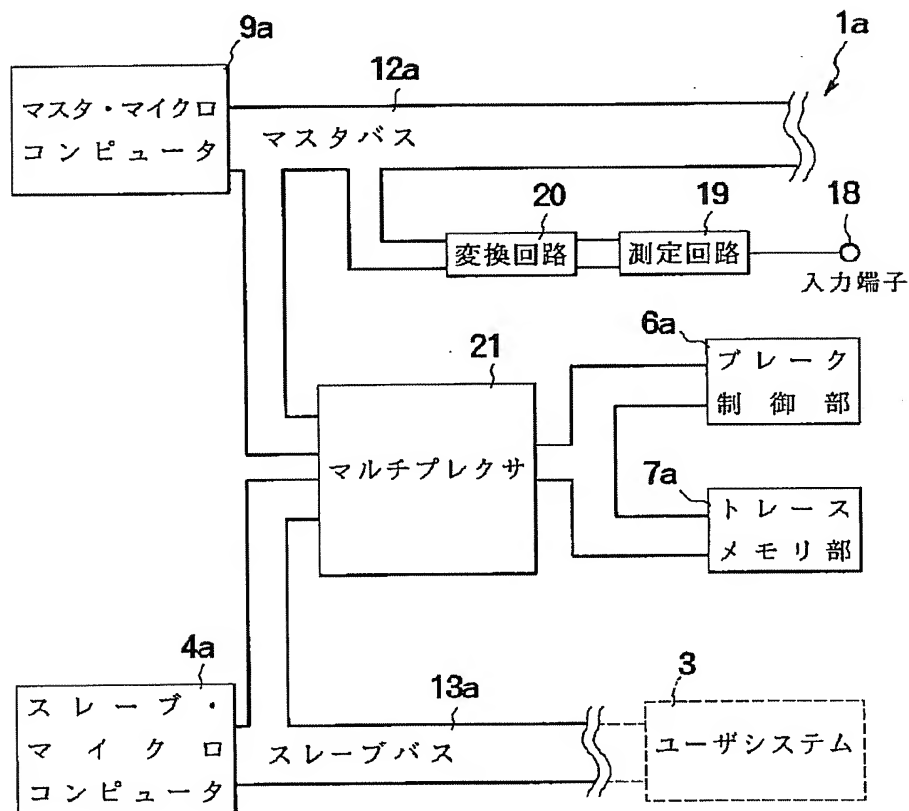
【符号の説明】

- 1, 1a エミュレータ
- 2 ホストコンピュータ
- 3 ユーザシステム
- 4, 4a スレーブ・マイクロコンピュータ
- 5 エミュレーション制御部
- 6 ブレイク制御部
- 6a ブレイク制御部（比較手段、保持手段）
- 7 トレースメモリ部

- |         |                       |        |              |
|---------|-----------------------|--------|--------------|
| 7a      | トレースメモリ部（記憶手段）        | 18     | 入力端子         |
| 8       | 代行メモリ部                | 19     | 測定回路         |
| 9, 9a   | マスタ・マイクロコンピュータ        | 20     | 変換回路         |
| 10      | シリアルインタフェース           | 21     | マルチプレクサ      |
| 11      | インタフェース               | 22, 23 | オペアンプ        |
| 12, 12a | マスタバス                 | 24, 25 | トランジスタ       |
| 13, 13a | スレーブバス                | 26     | 電流／電圧変換関数アンプ |
| 14      | シリアル回線バスライン           | 27     | カウンタ         |
| 15      | ユーザケーブル               | 28     | オペアンプ        |
| 16      | ターゲット・マイクロコンピュータ用ソケット | 29     | D/Aコンバータ     |
| 17      | プローブ                  | 30     | A/Dコンバータ     |

【図 1】

図 1



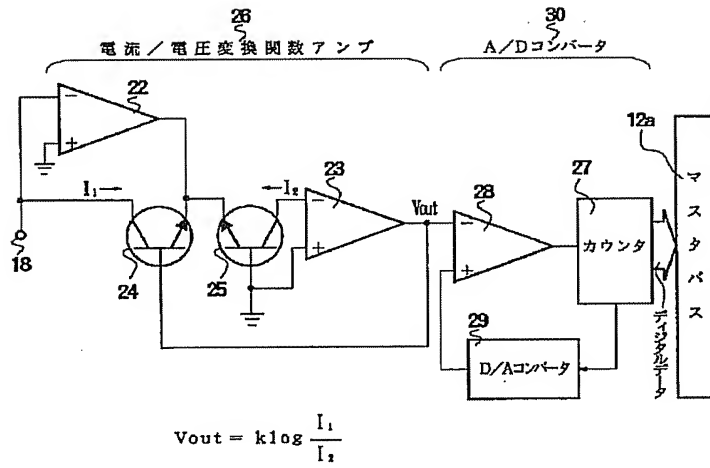
1a: エミュレータ

6a: ブレーク制御部（比較手段、保持手段）

7a: トレースメモリ部（記憶手段）

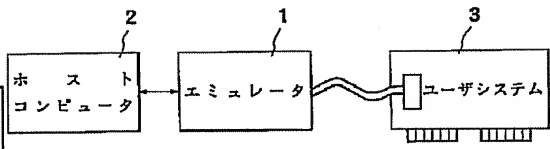
【図2】

図 2



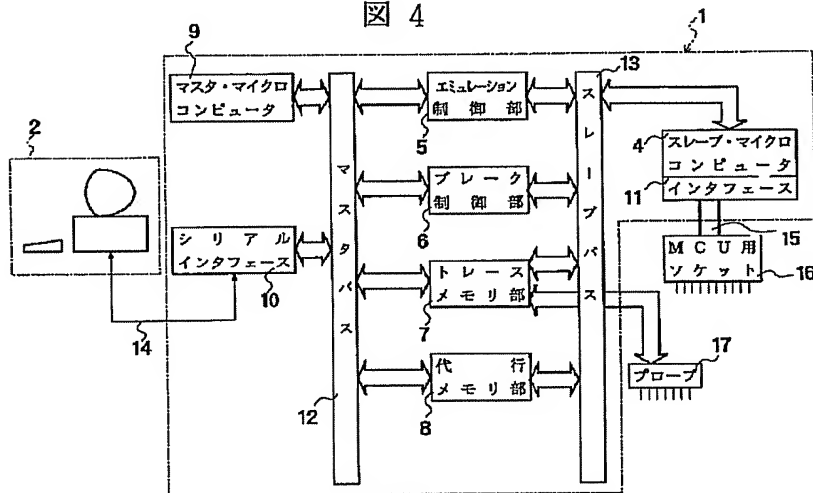
【図3】

図 3



【図4】

図 4



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-044416

(43)Date of publication of application : 14.02.1995

(51)Int.Cl.

G06F 11/22  
G06F 9/06

(21)Application number : 05-191141

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI MICOM SYST:KK

(22)Date of filing : 02.08.1993

(72)Inventor : TAKEDA HIDEKI  
MURATA HIROYUKI

## (54) EMULATOR WITH CURRENT VALUE MEASUREMENT FUNCTION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an emulator with the current value measurement function in which a current through a signal line is measured actually at the terminal of a device or the like to enhance the analog defect analysis other than the logical design fault of the hardware.

CONSTITUTION: A measurement circuit 19 measuring the current value of a signal fetched into an input terminal 18, a conversion circuit 20 converting the measured value into digital data and a multiplexer 21 selectively outputting the received signal are added to a conventional configuration comprising a slave microcomputer 4a substituting a function of a conventional target microcomputer, a brake control section 6a stopping the implementation of a program and tracing, a trace memory section 7a sampling and storing various data and a status signal in real time, and a master microcomputer 9a controlling them in the emulator 1a used for debugging and detailed evaluation of a user system in the development of the user system.

